

Peramalan Penjualan Sepeda Motor Menurut Tipe Dengan Pendekatan *Autoregressive Integrated Moving Average With Exogeneous Input* (Arimax) Di Kabupaten Banyuwangi

Maries Lailatul Izza, Destri Susilaningrum, dan Suhartono
Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: destri_s@statistika.its.ac.id

Abstrak—Sampai saat ini transportasi masal di Indonesia masih belum terkelola dengan baik, hal ini menyebabkan masyarakat lebih banyak memilih untuk menggunakan kendaraan pribadi, salah satunya adalah sepeda motor. Penjualan sepeda motor di kabupaten Banyuwangi meningkat pada bulan-bulan tertentu, hal ini diduga adanya pengaruh dari variasi kalender. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan penjualan sepeda motor menggunakan metode ARIMAX dengan pendekatan model deterministic dan stochastic yang dibandingkan menggunakan kriteria nilai SMAPE. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa model terbaik untuk penjualan ketiga tipe sepeda motor adalah menggunakan model *deterministic*.

Kata Kunci— ARIMAX, *Deterministic*, SMAPE, *Stochastic*

I. PENDAHULUAN

TRANSPORTASI adalah bagian penting dalam kehidupan bermasyarakat. Oleh karena itu pembangunan sarana transportasi mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap pembangunan perekonomian nasional. Transportasi merupakan komponen strategis dalam pemerataan pertumbuhan ekonomi, aliran pergerakan manusia dan barang, aliran informasi (*Flow of information*) dan aliran finansial (*Flow of finance*) yang perlu dikelola secara cepat dan akurat untuk memenuhi tuntutan ketepatan waktu [1].

Berdasarkan data registrasi kepolisian RI tahun 2010, Jawa timur merupakan propinsi dengan populasi sepeda motor terbesar di Indonesia yakni sekitar 9,10 juta unit. Empat wilayah populasi terbesar sepeda motor lainnya adalah DKI Jakarta dengan jumlah sekitar 8,76 juta unit, Jawa Tengah (8,29 juta unit), Jawa Barat (3,82 juta unit), dan Sumatera Utara (3,47 juta unit) [2]. Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang diperkirakan menjadi pasar motor dengan penjualan yang tinggi. Hal ini dikarenakan kabupaten Banyuwangi akan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi baru di kawasan timur pulau Jawa [3], pertumbuhan ekonomi ini dipicu oleh perkembangan pariwisata dan pertanian di kabupaten tersebut.

Peramalan penjualan suatu barang pernah dilakukan oleh

Surati tahun 2012 pada penjualan alat-alat laboratorium menggunakan ARIMA Box-Jenkins [4]. Metode serupa juga pernah dilakukan oleh Narsita tahun 2010 pada penjualan sepeda motor Honda Supra 125 cc [5]. Metode ARIMA Box-Jenkins hanya melibatkan data penjualan pada periode sebelumnya. Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan sepeda motor menurut tipe secara univariat dengan menggunakan pendekatan ARIMAX dengan variabel X adalah variabel dummy trend, Seasonal, dan variasi kalender. Hal ini disebabkan penjualan sepeda motor mengalami kenaikan pada bulan-bulan tertentu, seperti saat perayaan hari besar keagamaan serta persiapan menyambut tahun baru turut mendorong penjualan sepeda motor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan, memodelkan, dan meramalkan penjualan sepeda motor di kabupaten Banyuwangi untuk 21 periode (2014-2015) mendatang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Regresi *Dummy*

Analisis regresi berkaitan dengan studi mengenai ketergantungan satu variabel yaitu variabel respon (dependen) terhadap satu atau lebih variabel lainnya, yaitu variabel prediktor (penjelas) dengan tujuan untuk mengestimasi/memperkirakan nilai rata-rata (populasi) variabel respon dari nilai yang diketahui atau nilai tetap dari variabel prediktor [6]. Secara umum, model regresi dengan p buah variabel prediktor adalah sebagai berikut [7]

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + a \quad (1)$$

Regresi dummy adalah model regresi dengan variabel prediktor berupa tingkatan kualitatif yang menggambarkan level yang berbeda [8]. Model regresi *dummy* dapat dituliskan sebagai berikut

$$y = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \dots + \beta_p D_p + a \quad (2)$$

Dengan

y : Variabel respon yang bersifat acak (random)
 X_1, X_2, \dots, X_p : Variabel prediktor bersifat tetap (fixed variable)
 D_1, D_2, \dots, D_p : Variabel *dummy*
 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$: Parameter (Koefisien) regresi
 a_t : *error*.

2. Analisis Time series

Analisis time series merupakan analisis pada urutan data yang diamati dengan interval waktu yang tetap. Ada berbagai tujuan untuk mempelajari *time series*, salah satunya adalah peramalan (*forecasting*) nilai masa depan yaitu dengan melakukan prediksi berdasarkan data (nilai) masa lalu [9].

3. Model ARIMA

Model ARIMA merupakan pemodelan time series yang terdiri dari model *autoregressive* dan model *moving average*. Model ini dinotasikan dengan ARIMA (p, d, q), dimana notasi d menjelaskan bahwa data mengalami proses *differencing*. Bentuk umum model ARIMA orde (p, d, q) adalah sebagai berikut.

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B) a_t \quad (3)$$

dimana fungsi orde (p) untuk operator AR yang telah stasioner

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \quad (4)$$

dan fungsi dari orde (q) untuk operator MA yang telah stasioner :

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \quad (5)$$

Sedangkan ARIMA dengan pengaruh *seasonal* (musiman) dinotasikan dengan ARIMA (p, d, q) (P, D, Q)^s. Model ini dinyatakan sebagai berikut

$$\phi_p(B)\phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B) + \Theta_Q(B^s) a_t \quad (6)$$

Dengan,

ϕ_p : orde p pada koefisien komponen AR

ϕ_p : orde p pada koefisien komponen AR musiman

θ_q : orde q pada koefisien komponen MA

Θ_Q : orde q pada koefisien komponen MA musiman

4. Model ARIMAX dengan Variasi Kalender

Model ARIMAX merupakan model ARIMA dengan penambahan variabel prediktor (X). Terdapat dua model ARIMAX, yang pertama adalah model *deterministic* yaitu model dengan adanya pengaruh trend dan seasonal, yang kedua adalah model *stochastic* yaitu model dengan adanya proses *differencing* pada data serta tanpa adanya pengaruh trend dan seasonal [10].

Model *deterministic*.

$$Z_t = \gamma t + \lambda_1 S_{1,t} + \lambda_2 S_{2,t} + \dots + \lambda_p S_{p,t} + \delta_1 L_{1,t} + \delta_2 L_{2,t} + \delta_3 L_{3,t} + \frac{\theta_q(B)\theta_q(B^s)}{\phi_p(B)\phi_p(B^s)} a_t \quad (7)$$

Model *stochastic*.

$$Z_t = \delta_1 L_{1,t} + \delta_2 L_{2,t} + \delta_3 L_{3,t} + \frac{\theta_q(B)\theta_q(B^s)}{\phi_p(B)\phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D} a_t \quad (8)$$

Dengan,

γ : koefisien dari *trend*

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$: koefisien dari musiman/ *seasonal* / bulan

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$: koefisien dari variasi kalender

t : Pengaruh *trend*

$S_{1,t}, S_{2,t}, \dots, S_{p,t}$: Pengaruh musiman/*seasonal* / bulan

$L_{1,t}, L_{2,t}, L_{3,t}$: Pengaruh variasi kalender

a_t : Komponen *error*.

5. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan pendekatan *out sample*. Kriteria yang digunakan dalam pendekatan *out sample* adalah kriteria *symmetric* MAPE (SMAPE). SMAPE merupakan salah satu kriteria pemilihan model yang direkomendasikan oleh Makridakis dan Hibon (2000).

$$SMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{\frac{1}{2}(Z_t + \hat{Z}_t)} \quad (9)$$

Dengan,

Z_t : Nilai aktual

\hat{Z}_t : Nilai *forecast*.

Menggunakan SMAPE, dapat terhindar dari nilai *error* yang besar ketika nilai aktual mendekati nol dan selisih yang besar antar prosentase nilai absolut error ketika nilai aktual lebih besar dari nilai *forecast* dan sebaliknya. Selain itu, SMAPE berfluktuasi antara -200% dan 200%, sedangkan ukuran non-simetris tidak memiliki batas [11].

6. Deteksi Outlier

Terdapat beberapa jenis *outlier* diantaranya adalah *Additive outlier* (AO), *innovational outlier* (IO), *Level Shift* (LS), dan *Temporary Change* (TC). Penanganan untuk kasus *outlier* adalah dengan menyisipkan variabel *dummy* kedalam model. Variabel *dummy* ditentukan berdasarkan pada jenis *outlier* yang ada. *Additive outlier* (AO) memberikan pengaruhnya pada pengamatan ke- T , sedangkan *innovational outlier* (IO) berpengaruh pada pengamatan ke T , $T+1$, dan seterusnya.

Secara umum model *outlier* dengan k *outlier* yang beragam dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Z_t = \sum_{j=1}^k V_j(B) I_t^{T_j} + X_t \quad (10)$$

Dengan X_t merupakan model *time series* yang bebas dari *outlier*

$$X_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

$$V_j(B) = \begin{cases} 1, & \text{untuk AO} \\ \frac{\theta(B)}{\phi(B)}, & \text{untuk IO} \end{cases}$$

$I_i^{T_i}$ merupakan variabel outlier pada waktu ke- T_i yang dinotasikan sebagai berikut

$$I_i^{T_i} = \begin{cases} 1, & t = T_i \\ 0, & t \neq T_i \end{cases} \quad (11)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yakni data penjualan motor di kabupaten Banyuwangi sebagai variabel yang diperoleh dari PT X. Data tersebut merupakan data bulanan masing-masing tipe motor (*Automatic*, *Cub*, dan *Sport*) yang diambil pada periode tahun 2009 - 2013. Data pada Januari 2009 - Agustus 2012 digunakan sebagai data *in sample* dan data pada September 2013 - Maret 2014 digunakan sebagai data *out sample*.

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel respon (Z_{it}) :
 - $Z_{1,t}$: Penjualan sepeda motor tipe *Automatic*
 - $Z_{2,t}$: Penjualan sepeda motor tipe *Cub*
 - $Z_{3,t}$: Penjualan sepeda motor tipe *Sport*
2. Variabel yang digunakan sebagai variabel prediktor merupakan variabel *dummy* sebagai berikut
 - $S_{1,t}; S_{2,t}; \dots; S_{12,t}$: *Dummy* musiman (bulan Januari Desember)
 - $L_{1,t}; L_{2,t}; L_{3,t}$: *Dummy* variasi kalender (bulan sebelum lebaran, saat lebaran, dan setelah lebaran)
 - t : *trend*
 - $D_{1,t}, D_{2,t}$: *Dummy* periode pada bulan ke t

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menjawab tujuan pertama yaitu melakukan analisis deskriptif pada data penjualan sepeda motor tipe *automatic*, *cub* dan *sport* untuk mengetahui karakteristik penjualan masing-masing tipe.
2. Menjawab tujuan kedua yaitu melakukan pemodelan menggunakan metode ARIMAX dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Melakukan regresi antara variabel respon (Z_{it}) dan variabel prediktor hingga didapatkan variabel yang signifikan. Persamaan regresi untuk model *deterministic* menggunakan variabel *dummy trends*, *dummy* musiman (bulan) dan *dummy* variasi kalender (lebaran) yaitu sebagai berikut.

$$Z_t = \gamma t + \lambda_1 D_{1,t} + \lambda_2 D_{2,t} + \dots + \lambda_{12} D_{12,t} + \delta_1 L_{1,t} + \delta_2 L_{2,t} + \delta_3 L_{3,t} + N_t \quad (12)$$

Sedangkan persamaan regresi untuk model *stochastic* hanya menggunakan variabel *dummy* variasi kalender (bulan), persamaan ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Z_t = \delta_1 L_{1,t} + \delta_2 L_{2,t} + \delta_3 L_{3,t} + N_t \quad (13)$$

- b. Memeriksa residual (N_t) untuk melihat asumsi *white noise*. Jika residual telah *white noise* maka digunakan

model persamaan (12) atau (13). Jika tidak *white noise* maka dilanjutkan dengan pendugaan model ARIMA pada residual.

- c. Mendapatkan orde ARIMA dari N_t .

$$N_t = \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t = \frac{(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)}{(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)} a_t \quad (14)$$

Penentuan orde p dan q didapatkan dari ACF dan PACF dari plot N_t .

- d. Memasukkan variabel *dummy* secara simultan pada model ARIMA yang selanjutnya di-modelkan secara bersama-sama sehingga di-dapatkan model sebagai berikut.

I. Model ARIMAX *deterministic* (Persamaan 7)

II. Model ARIMAX *stochastic* (Persamaan 8)

- e. Estimasi dan uji signifikansi parameter
- f. Cek diagnosa pada residual untuk mengetahui asumsi *white noise* menggunakan uji *Ljung-box* yang dilakukan sampai $k=12$ dan asumsi distribusi normal menggunakan uji *kolmogorov-Smirnov*.
- g. Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai SMAPE yang minimum.
3. Menjawab tujuan ketiga yaitu melakukan peramalan untuk 21 periode mendatang yaitu Maret 2014 hingga Desember 2015 dengan menggunakan model yang didapatkan dari langkah kedua. Pada langkah peramalan data ditambahkan dengan *outsample*.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Penjualan Bulanan Sepeda Motor di Banyuwangi

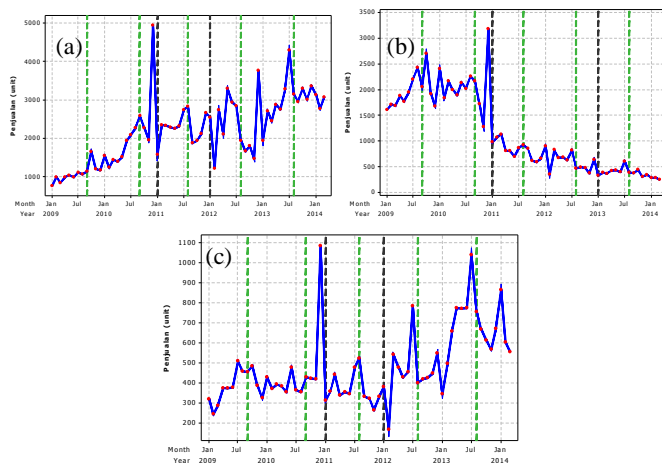
Untuk mengetahui karakteristik penjualan sepeda motor masing-masing tipe di kabupaten Banyuwangi pada Januari 2009 hingga Maret 2014, dapat dilihat dari hasil statistika deskriptif sebagai berikut.

Tabel 1.
Karakteristik Penjualan Bulanan Sepeda Motor Masing-masing Tipe

Variable	Mean	Standard deviasi	Minimum	Maximum
<i>Automatic</i>	2204	883	758	4948
<i>Cub</i>	1135	767,6	244	3184
<i>Sport</i>	478	181,1	168	1083

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata penjualan tertinggi adalah penjualan pada sepeda motor tipe *automatic* yaitu dengan penjualan sebesar 2204 setiap bulannya dengan standard deviasi sebesar 883. Penjualan minimum sepeda motor tipe *automatic* sebesar 758 unit dan penjualan maksimum sebesar 4948 unit. Rata-rata penjualan sepeda motor tipe *cub* berada dibawah penjualan tipe *automatic* yaitu sebesar 1135 untuk setiap bulannya dengan standard deviasi sebesar 767,6. Penjualan minimum sepeda motor tipe *cub* sebesar 244 dan penjualan maksimum sebesar 3184. Sedangkan rata-rata penjualan untuk tipe *sport* paling rendah dibandingkan dengan penjualan tipe lainnya yaitu sebesar 478 untuk setiap bulannya dengan varian sebesar 181,1. Penjualan

minimum sepeda motor tipe sport sebesar 168 dan penjualan maksimum sebesar 1083.



Gambar 1. Time Series Plot Penjualan sepeda Motor Tipe Automatic (a), Cub (b), dan Sport (c)

Garis putus-putus pada Gambar 1 menunjukkan bulan pada saat lebaran. Tahun 2009 terjadi kenaikan penjualan sepeda motor pada bulan setelah lebaran untuk ketiga tipe. Pada tahun 2010 penjualan menunjukkan kenaikan tepat pada saat bulan lebaran untuk tipe *automatic* dan *sport* sedangkan tipe cub pada bulan sebelum lebaran. Untuk tahun 2011 terjadi kenaikan tepat pada saat bulan lebaran untuk ketiga tipe sepeda motor. selanjutnya, pada tahun 2012 kenaikan penjualan terjadi pada bulan sebelum lebaran untuk penjualan tipe *automatic* dan cub, sedangkan tipe *sport* kenaikan terjadi pada bulan setelah lebaran. Tahun 2013 juga kenaikan penjualan ketiga tipe sepeda motor pada bulan sebelum lebaran. Sehingga dari plot *time series* menunjukkan bahwa sekitar bulan pada saat lebaran, baik sebelum dan sesudah mengindikasikan kenaikan penjualan sepeda motor untuk setiap tahunnya.

2. Pemodelan Deterministic

Pada pemodelaan dengan menggunakan model *deterministic* dilakukan pembagian periode, hal ini karena pola pada penjualan pada suatu periode dengan periode lainnya berbeda. Untuk penjualan sepeda motor tipe *automatic* dan *sport*, periode pertama adalah Januari 2009 - Desember 2010, periode kedua adalah Januari 2011 - Desember 2011 yang dijelaskan oleh *dummy* $D_{1,t}$, dan periode ketiga adalah untuk Januari 2012 keatas yang dijelaskan oleh *dummy* $D_{2,t}$. Hasil dari regresi terbaik untuk masing-masing penjualan sepeda motor dengan alpha sebesar 10% dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2.

Hasil Regresi Terbaik Masing-masing Tipe Sepeda Motor

Type	Model Regresi
Automatic	$Z_{1t} = 34,29t + 818,9 S_{1,t} + 807,6 S_{2,t} + 1035,3 S_{3,t} + 971,6 S_{4,t} + 1177,7 S_{5,t} + 1262,2 S_{6,t} + 958,1 S_{7,t} + 611,4 S_{10,t} + 694 S_{11,t} + 2109,2 S_{12,t} + 990,3 L_{1,t} + 1220,3 L_{2,t} + 696,3 L_{3,t} + N_t$
Cub	$Z_{2t} = 15,1t + 1869,4 S_{1,t} + 1699 S_{2,t} + 1867,2 S_{3,t} + 1793,1 S_{4,t} + 1753,7 S_{5,t} + 1803,5 S_{6,t} + 1946,8 S_{7,t} + 1941,2 S_{8,t} + 1836,8 S_{9,t} + 1858,4 S_{10,t} + 1526,1 S_{11,t} + 2034,6 S_{12,t} - 2222,3 D_{2,t} - 45,1 tD_{1,t} + N_t$

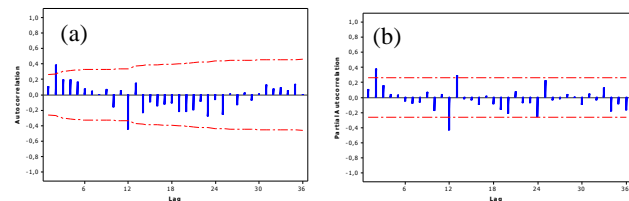
Sport	$Z_{3t} = 9,16t + 248,4 S_{1,t} + 210,8 S_{2,t} + 336,4 S_{3,t} + 329,3 S_{4,t} + 303,2 S_{5,t} + 320,3 S_{6,t} + 299,9 S_{7,t} + 171,8 S_{10,t} + 222,3 S_{11,t} + 403,7 S_{12,t} + 260,7 L_{1,t} + 318,7 L_{2,t} + 190,5 L_{3,t} - 736,9 D_{2,t} - 7,26 tD_{1,t} + 11,9 tD_{2,t} + N_t$
-------	---

Hasil residual (N_t) pada model regresi untuk penjualan *automatic* belum memenuhi asumsi *white noise* dengan nilai P lebih dari alpha (10%) yang ditunjukkan pada Tabel 3, sehingga dilakukan pemodelan untuk residual (N_t) dari plot ACF dan PACF.

Tabel 3.

Uji White Noise

lag ke-	Chi-Square	df	P
6	16,81	6	0,0100
12	34,06	12	0,0007



Gambar 2. Plot ACF (a) dan Plot PACF (b) Residual Tipe Automatic Model Deterministic

Dari beberapa dugaan model dari orde ACF dan PACF didapatkan lag 2 pada plot ACF signifikan, sehingga model *deterministic* untuk penjualan sepeda motor tipe *Automatic* adalah ARIMA ([2],0,0) t , $S_{7,t}$, $S_{12,t}$, $tD_{1,t}$, $tD_{2,t}$. Model tersebut telah memenuhi asumsi parameter signifikan, residual *white noise* dan berdistribusi normal. Hasil uji signifikansi parameter pada model tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.

Uji Signifikan dan Estimasi Parameter

Parameter	Estimasi	Std. Error	t	P
ϕ_2	0,36	0,14	2,58	0,0128
γ	110,79	10,91	10,16	<0,0001
λ_7	529,94	223,93	2,37	0,0218
λ_{12}	982,66	254,02	3,87	0,0003
β_1	-43,89	12,16	-3,61	0,0007
β_2	-56,99	11,34	-5,02	<0,0001

Dengan cara yang sama dilakukan pemodelan *deterministic* untuk penjualan sepeda motor tipe cub dan *sport*. Model *Deterministic* untuk penjualan sepeda motor masing-masing tipe dapat dituliskan sebagai berikut.

Automatic:

$$Z_{1t} = 111t - 39,96 t_{t-2} + 530 S_{7,t} - 190,8 S_{7,t-2} + 983 S_{12,t} - 353,88 S_{12,t-2} - 43,89 tD_{1,t} + 15,8004 tD_{1,t-2} - 56,99 tD_{2,t} + 20,5164 tD_{2,t-2} + 0,36 Z_{t-2} \quad (17)$$

Model 17 menunjukkan bahwa penjualan sepeda motor dibanyuwangi dipengaruhi trend yang signifikan. Penjualan yang tinggi untuk sepeda motor tipe *automatic* di Banyuwangi terjadi pada bulan Juli dan Desember. Hal ini diduga berkaitan dengan tahun ajaran pendidikan baru sekitar bulan Juli dan berkaitan dengan menjelang datangnya tahun baru pada bulan Desember. Efek variasi kalender baik sebelum, saat, dan sesudah lebaran tidak berkaitan dengan penjualan sepeda motor tipe *automatic*.

Cub :

$$\begin{aligned}
 Z_{2t} = & 1978,9 S_{1,t} + 830,94011 S_{1,t-12} + 1792,1 S_{2,t} + 752,50279 S_{2,t-12} \\
 & + 1992,7 S_{3,t} + 836,73473 S_{3,t-12} + 1908,7 S_{4,t} + 801,46313 S_{4,t-12} \\
 & + 1881,1 S_{5,t} + 789,87389 S_{5,t-12} + 1941,7 S_{6,t} + 815,31983 S_{6,t-12} \\
 & + 2086,6 S_{7,t} + 876,16334 S_{7,t-12} + 2095,4 S_{8,t} + 879,85846 S_{8,t-12} \\
 & + 2009,1 S_{9,t} + 843,62109 S_{9,t-12} + 1800,9 S_{10,t} + 756,19791 S_{10,t-12} \\
 & + 1676,9 S_{11,t} + 704,13031 S_{11,t-12} + 1945,4 S_{12,t} + 816,87346 S_{12,t-12} \\
 & - 1544,0 D_{2,t} - 652,5246 D_{2,t-12} - 32,73075 tD_{1,t} - 13,7436 tD_{1,t-12} \\
 & + 1103,5 I_{24,t} + 463,3596 I_{24,t-12} + 868,28631 I_{10,t} + 364,5934 I_{10,t-12} \\
 & - 0,4199 Z_{t-12}
 \end{aligned} \quad (18)$$

Model 18 menunjukkan bahwa variabel $tD_{1,t}$ berpengaruh signifikan dan bernilai negatif pada model, hal ini menunjukkan bahwa terjadi trend penurunan pada penjualan sepeda motor tipe cub pada periode kedua di Banyuwangi. Penjualan tertinggi untuk sepeda motor tipe cub terjadi pada bulan Juli dan agustus yaitu sebesar 2087 dan 2095 sepeda motor, hal ini diduga berkaitan dengan tahun ajaran baru pendidikan dasar, menengah dan perguruan tinggi. Sedangkan penjualan terendah terjadi pada bulan November yaitu sebesar 1677 sepeda motor. Selanjutnya, efek variasi kalender baik sebelum, saat, maupun sesudah lebaran tidak berpengaruh signifikan terhadap model. *Outlier* pada model menunjukkan bahwa pada t ke 24 dan 10 (Desember 2010 dan Oktober 2009) terjadi kenaikan penjualan yang tinggi yaitu sebesar 1104 dan 869 unit sepeda motor

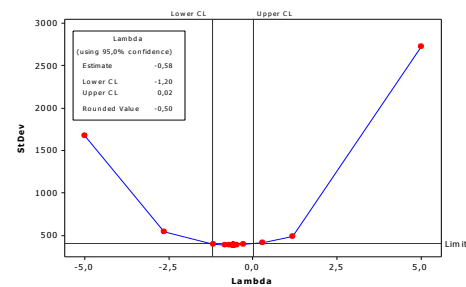
Sport :

$$\begin{aligned}
 Z_{3t} = & 368,57 S_{1,t} + 279,34 S_{2,t} + 407,05 S_{3,t} + 403,57 S_{4,t} \\
 & + 381,09 S_{5,t} + 401,81 S_{6,t} + 349,58 S_{7,t} + 244,72 S_{10,t} \\
 & + 333,31 S_{11,t} + 319,58 S_{12,t} + 411,05 L_{1,t} + 257,28 L_{2,t} \\
 & - 855,79 tD_{1,t} + 22,20 tD_{2,t} + 751,33 I_{24} - 256,75 I_{49} + a_t
 \end{aligned} \quad (19)$$

Model 19 menunjukkan bahwa variabel $tD_{1,t}$ dan $tD_{2,t}$ berpengaruh signifikan hal ini menunjukkan bahwa penjualan sepeda motor tipe *sport* di Banyuwangi terjadi penurunan pada periode Januari 2011-Desember 2011 dan terjadi kenaikan penjualan pada periode Januari 2012 keatas. Penjualan sepeda motor tipe *sport* mengalami penjualan tertinggi pada bulan Maret yaitu sebesar 407 kendaraan. Selain itu efek bulan menjelang dan saat lebaran berpengaruh signifikan pada penjualan sepeda motor tipe *sport* yaitu terjadi penambahan penjualan sebesar 411 sepeda motor pada bulan menjelang lebaran, 257 sepeda motor pada bulan saat lebaran.

3. Pemodelan Stochastic

Selanjutnya adalah melakukan pemodelan menggunakan pendekatan model *stochastic*. Pada model *stochastic* hanya melibatkan pengaruh variasi kalender (lebaran). Sebelum dilakukan pemodelan, terlebih dahulu memeriksa kestasioneran data. Data pada penjualan sepeda motor tipe *automatic* belum stasioner, hal ini diperiksa menggunakan transformasi *boxcox* dan uji *dickey fuller* sehingga perlu dilakukan transformasi $1/\sqrt{Z_t}$ dan *differencing* lag 1.

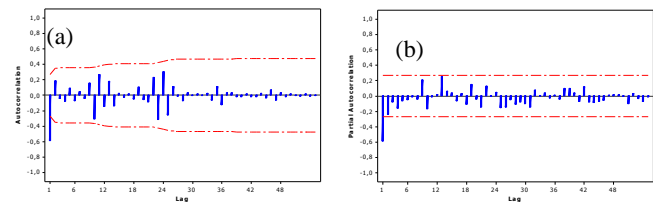


Gambar 3. Grafik Box-cox Penjualan Tipe Automatic

Tabel 5.

Uji Dickey Fuller Tipe Automatic		
Tipe	Tau (τ)	P
Zero mean	-1,49	0,125
Single mean	-2,23	0,198
Trend	-2,86	0,183

Hasil *differencing* selanjutnya diregresikan dengan variabel *dummy* variasi kalender (lebaran), namun tidak ada variabel yang signifikan terhadap model, sehingga pemodelan dilakukan dengan hanya melibatkan data penjualan masa lalu. Orde untuk model ARIMA dilihat dari plot ACF dan PACF sebagai berikut



Gambar 4. Plot ACF (a) dan Plot PACF ((b)) Differencing Data Tipe Automatic Model Stochastic

Dari beberapa dugaan model ARIMA dari orde ACF dan PACF didapatkan model yang telah memenuhi asumsi signifikan pada parameter, residual *white noise* dan distribusi normal adalah model ARIMA (0,1,1).

pada pemodelan *stochastic* juga dilakukan pemodelan dengan penambahan *outlier*, hal ini dilakukan dengan harapan untuk mendapatkan model dengan *error* yang lebih kecil. Dari deteksi yang dilakukan diperoleh 2 *outlier* yang berpengaruh pada kebaikan model, yaitu sebagai berikut.

Tabel 6.

Deteksi Outlier Model Stochastic Tipe Automatic		
Data ke-	Tipe	Bulan
38	Additive	Februari 2012
24	Additive	Desember 2010

Outlier yang terdeteksi selanjutnya dimasukkan kedalam model dan menghasilkan *error* (RMSE) dan nilai SMAPE sebagai berikut.

Tabel 7.

Kriteria SMAPE Model Stochastic Tipe Automatic		
Model	RMSE	SMAPE
ARIMA (0,1,1)	0,0029	19,86
ARIMA (0,1,1) I_{38}	0,0027	-
ARIMA (0,1,1) I_{38}, I_{24}	0,0024	18,65

Dari model *stochastic* yang telah didapatkan, menunjukkan bahwa dengan penambahan *outlier* satu per satu, nilai dari *error* (RMSE) yang dihasilkan juga akan semakin kecil. Untuk

model *stochastic* yang terpilih dilihat dari nilai SMAPE yang terkecil yaitu dipilih model ARIMA (0,1,1), I_{38} , I_{24} dengan nilai SMAPE sebesar 18,65. Dengan cara yang sama dilakukan pemodelan *stochastic* untuk penjualan sepeda motor tipe *cub* dan *sport*. Model *stochastic* untuk masing-masing tipe sepeda motor adalah :

Automatic :

$$Z_{1t} = -0,0003154 + 0,0087 I_{38} - 0,0079 I_{24} + \frac{1-0,559B}{(1-B)} a_t \quad (20)$$

Cub :

$$Z_{2t} = 0,929 I_{24} - 0,754 I_{38} + \frac{1}{(1+0,457B)(1-B)} a_t \quad (21)$$

Sport :

$$Z_{3t} = 1,039 I_{24} - 0,902 I_{38} + \frac{1}{(1+0,353B+0,271B^2)(1-B)} a_t \quad (22)$$

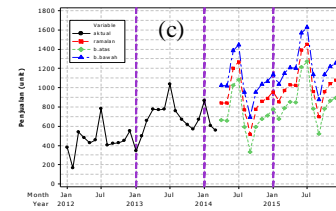
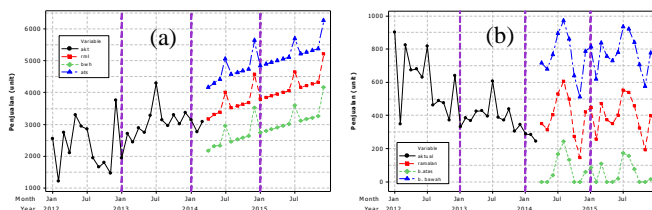
4. Pemilihan Model Terbaik

Model *deterministic* dan *stochastic* yang telah didapatkan selanjutnya dibandingkan menggunakan kriteria SMAPE minimum untuk mendapatkan model terbaik antara kedua metode tersebut.

Tabel 8.

Kriteria SMAPE penjualan Sepeda Motor Masing-masing Tipe			
Tipe	Model	Keterangan	SMAPE
<i>Automatic</i>	[(2),0,0) t, $S_{7,t}$, $S_{12,t}$, $tD_{1,t}$, $tD_{2,t}$	<i>Deterministic</i>	10,47
	ARIMA (0,1,1), I_{38} , I_{24}	<i>Stochastic</i>	18,65
<i>Cub</i>	ARIMA (1,0,0) ¹² $S_{1,t}$, $S_{2,t}$, $S_{3,t}$, $S_{4,t}$, $S_{5,t}$, $S_{6,t}$, $S_{7,t}$, $S_{8,t}$, $S_{9,t}$, $S_{10,t}$, $S_{11,t}$, $S_{12,t}$, $D_{2,t}$, $tD_{1,t}$, I_{24} , I_{10}	<i>Deterministic</i>	68,16
	ARIMA (1,1,0), I_{24} , I_{38}	<i>Stochastic</i>	23,70
<i>Sport</i>	$S_{1,t}$, $S_{2,t}$, $S_{3,t}$, $S_{4,t}$, $S_{5,t}$, $S_{6,t}$, $S_{7,t}$, $S_{10,t}$, $S_{11,t}$, $S_{12,t}$, $L_{1,t}$, $L_{2,t}$, $L_{3,t}$, $D_{2,t}$, $tD_{2,t}$, I_{24} , I_{49}	<i>Deterministic</i>	23,59
	ARIMA (2,1,0), I_{24} , I_{38}	<i>Stochastic</i>	20,31

Model terbaik yang dipilih adalah yang memiliki nilai SMAPE lebih kecil. Tabel 8 menunjukkan bahwa untuk penjualan tipe *automatic* menggunakan model *Deterministic*, sedangkan penjualan tipe *cub* dan *sport* menggunakan model *stochastic*. Namun peramalan menggunakan model *stochastic* menghasilkan nilai peramalan yang cenderung konstan dan tidak sesuai dengan pola penjualan sepeda motor pada tahun sebelumnya, sehingga peramalan menggunakan model *deterministic*. Grafik hasil Peramalan untuk penjualan sepeda motor masing-masing tipe yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5. Grafik Hasil Peramalan Penjualan Sepeda Motor Tipe *Automatic* (a), *Cub* (b), dan *Sport* (c)

V. KESIMPULAN

Penjualan sepeda motor tertinggi di kabupaten Banyuwangi adalah pada penjualan tipe *automatic* yaitu dengan rata-rata sebesar 2204 penjualan setiap bulan, sedangkan rata-rata penjualan sepeda motor paling rendah adalah penjualan tipe *sport* yaitu sebesar 478 sepeda motor untuk setiap bulan. Sedangkan Untuk penjualan sepeda motor tipe *cub* memiliki rata-rata penjualan sebesar 1135 sepeda motor untuk setiap bulan. Hasil peramalan penjualan sepeda motor pada tahun 2014 sampai 2015 untuk masing-masing tipe yang telah diperoleh menunjukkan bahwa hasil peramalan mengikuti pola penjualan pada tahun sebelumnya yaitu dengan menggunakan model *deterministic*.

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya menambahkan variabel *dummy* variasi kalender masa panen dalam pemodelan penjualan sepeda motor, hal ini karena diduga masa panen mempengaruhi pembelian kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian perhubungan Indonesia, Profil Kementerian Perhubungan, Kementerian Perhubungan, 2013.
- [2] D. N. Gujarati and D. C. Porter, Dasar-Dasar Ekonometrika, Buku 1 Edisi 5, Jakarta: Salemba Empat, 2010.
- [3] D. Iriant, "Banyuwangi Menjadi Pusat Pertumbuhan Ekonomi Baru di Timur Pulau Jawa," 7 Oktober 2013. [Online]. Available: lensaindonesia.com. [Diakses 31 Januari 2014].
- [4] L. Narsita, Analisis Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Mitra Pinasthika Mustika (MPM) Honda Motor dengan Pendekatan Arima Box-Jenkins, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010.
- [5] E. Rusyanto, "Inilah Wilayah Populasi Motor Terbesar," 4 Agustus 2011. [Online]. Available: edorusyanto.wordpress.com. [Diakses 1 Februari 2014].
- [6] S. Makridakis and M. Hibon, "The M3-Competition : result, conclusion and implication," *International Journal of Forecasting*, pp. 451-476, 2000.
- [7] M. H. Lee, Suhartono dan N. Hamzah, "Calender Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect," dalam *Regional Conference on Statistical Science*, Kota Bharu, 2010.
- [8] W. W. Wei, Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods, New York: Pearson Education, Inc, 2006.
- [9] Surati, Peramalan Penjualan Glucocard Reagent Strip di CV Wahana Gumilang Surabaya dengan Menggunakan Metode Arima Box-Jenkins, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012.
- [10] B. L. Bowerman dan R. T. O'Connell, Forecasting and Time Series : an Applied Approach, 2nd Edition, California: Duxbury Press, 1993.
- [11] Setiawan dan D. E. Kusri, Ekonometrika, Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET, 2010.